

非線形時系列解析法による計量経済モデルの推測とその応用

著者	寺坂 崇宏
号	38
発行年	1998
URL	http://hdl.handle.net/10097/14700

てら さか たか ひろ
寺 坂 崇 宏

学位の種類 博士(経済学)

学位記番号 経博第38号

学位授与年月日 平成11年3月25日

学位授与の要件 学位規則第4条第1項該当

研究科・専攻 東北大学大学院経済学研究科(博士課程後期3年の課程)
経済学専攻

学位論文題目 非線形時系列解析法による計量経済モデルの推測とその応用

論文審査委員 (主査)

教授 細谷 雄三 教授 栗山 規矩

論文内容要旨

本論文では、非線形の時系列モデルに関する統計的分析手法に関する議論と、そのモデルの実際の適用に関して、最近の研究成果を含めてまとめられている。扱われている統計的分析手法に関しては、不均衡計量分析に関する新しい分析手法について、あるいは分析手法を作成するための準備的手法の議論を中心としたものである。実証分析では実際の日本のマクロ経済分析、特に労働市場への統計的モデルの適用について扱っている。論文を通して、時系列モデルの基本的なパラメータ推定と検定方法は、最尤法を基本としているために、論文中最尤法に関する議論のなかで、尤度関数(あるいは対数尤度関数)の最適化問題に関する基本的な議論と、時系列モデルのパラメータに関する検定の議論について扱っている。

一般にモデルの最尤推定値を実際に計算する場合、パラメータ最適化の計算には、関数が非線形の複雑な形状をしているために、繰り返し計算の手法を利用して推定しなければならない。しかし関数の形状により、通常利用される準 Newton 法に属する繰り返し計算の方法を適用することが困難になる場合がある。関数の形状により尤度関数を推定する際に、微分を使用しない推定方法を使用する必要がある。また、最尤法に基づく仮説検定を行う場合、大標本理論に基づく漸近分布理論による検定を適用することが困難な場合がある。その場合、新たに最尤推定値の推定方法と検定方法について考慮する必要がある。論文では特に検定に関して、確率値をシミュレーションの手法を用いて推定することで、パラメータの推定値を検定する方法を議論している。

論文は4章から構成されている。序章で論文の内容の概略を紹介したのちに、第2章では、非線形時系列モデルの統計的推測として、ランバートタイプの不均衡計量モデルを取り挙げている。ランバートタイプのモデルとは、不均衡分析の枠組みに属するマクロ的計量経済モデルで、ある時点において、ある需要者とある供給者が互いに取引に同意する条件を保持している場合でも、市場で互いに会うことがなく取引が成立しない状況、いわゆる市場におけるミスマッチを考慮に入れたモデルである。ここではランバートタイプのモデルを時系列タイプのモデルに改良し、シミュレーションを用いた統計的推測を行う方法を確立した。

このモデルは数値的に微分困難な非線形モデルであるために、パラメータの推定アルゴリズムとしてDUD (Doesn't use derivative) 法を使用した。モデルのパラメータ推定と検定の計算には、東北大学大型計算機センターのスーパーコンピュータ SX-44/128H4を使用した。計算時間は1回のパラメータ推定につきおよそ2分の時間を要した。計算プログラムはFORTRANで作成した。

モデルの検定については、ミスマッチの度合いを示すモデルの係数に関して、シミュレーションによる検定手法を用いて検定を行っている。従来、この係数はあまり検定対象とはならないものであった。その理由はランバートタイプのモデルのパラメータ推定値の漸近的分布を導出することが現実的に困難であり、通常の尤度比検定を使用することは問題があるためであることと、シミュレーションによる検定を実行する際も計算の手間がかかるためである。シミュレーションによる検定では、パラメータの帰無仮説の下分布を推定すると同時に、対立仮説の下分布を推定することで、検定の妥当性を合わせて検証している。

以上の議論に注意を払いつつ日本の製造業の雇用変動に関して、ランバートタイプのモデルによる労働市場モデルを利用して、日本の製造業の雇用変動に関する実証分析を行った。関数の特定化に課題は残しているものの検定の結果、雇用量の決定は、市場内のミスマッチによる影響の可能性を示唆するような結果が得られた。

第3章ではBox-Cox変換を伴う多変量ARMAモデルの次数推定問題とその統計的推測について議論している。定常系列のARMAモデルの次数推定問題はBox-Jenkinsの方法、赤池の情報量基準によるモデル選択の方法がこれまで普及してきた。しかしこれらの方法によるARMAモデルの次数推定は非常に手間がかかり、あるいは十分な経験が必要とされるものである。さらに真のモデルに対して、次数が適切に推定されない場合があるなどの問題点が指摘されている。実際に、ARMAモデルの次数及び係数を同時に推定する方法は、Hannan-Rissanen (1982) や Hannan-Kavalieris (1984)、さらに Choi (1992)、Fuller (1995) 等で数多くの方法が取り扱われている。

またARMAモデルを適用する際に、系列の性質により攪乱項が正規分布に従わない場合もある。攪乱項が正規分布に従うようにするためには、攪乱項の分散に関する仮定を緩める方法や推定系列に何らかの変換を施す方法等が考えられる。その中で、Box-Cox変換と呼ばれる変換は、Box, G. E. P and Cox, D. R (1964) が考案した変数変換の方法である。この変換は系列変数の変換を一般的に表現することが可能である。論文ではこの変換に関する係数及び多変量のARMAモデルの次数及び係数を同時に推定する方法をHannan-Rissanen (1982) や Hannan-Kavalieris (1984)、

及び平野（1995）の次数推定法を基本にして作成している。

Box-Cox 変換を伴う多変量 ARMA モデルの次数推定問題で、本章では、Davidson-Mackinnon (1991) で扱われている非線形モデルの最尤法に基づくパラメータ推定問題と、Hannan-Rissanen や Hannan-Kavalieris の次数推定法を組み合わせ、多変量の非線形時系列モデルの次数推定問題とパラメータ推定問題を解く方法を開発している。この方法では、変数が和分プロセスではなく定常で、変数間に共和分の関係が存在しない時系列モデルに適用可能である。

時系列モデルの次数推定問題の研究は、時系列解析の分野では基礎的な研究ではあるものの、非定常な系列のパラメータ推定や変数間の共和分関係が含まれる系列の推定及び検定を考える場合の準備となりうる点で、この研究分野は非常に発展する可能性がある。特に不均衡計量分析の観点において、最近時系列解析の分野で大きな進展があり、1988年以降、Granger の表現定理が発表されてから、時系列解析による推定及び検定手法は非常に発展した。Johansen が研究を進めた誤差修正モデル（ECM モデル）は、分析手法として大きな影響を与えている。特に ECM モデルでは市場の不均衡関係を表現する方法の一つとして解釈可能である。古典的な計量経済学の分析手法による統計的推測に関して、様々な課題が指摘されている現在、今後、時系列モデルを利用した統計的推測は、多変量の ARMA モデルや ECM モデルを中心として、大きく研究が進められると考えられる。この観点から、この次数推定問題は不均衡計量分析の分析手法を作成する上で基礎的な研究となり、例えば非線形の ECM モデルを推定する際の準備的研究であるともいえる。

将来的には、構築した統計モデルを利用して、労働市場のマクロ分析に適用する方向で考えている。ランバートタイプのモデルを合わせたモデルの開発と、その実証分析での適用を考えていきたい。

第4章では、今後に残されている課題、展望について、特に重要なことを指摘している。はじめに、ランバートタイプの市場のミスマッチを考慮したモデルの推定では、現在のところは推定変数の数を多くした場合には推定が困難になり、モデルの十分に特定化されない問題が残されている。検定においては、パラメータの漸近的分布が導出されておらず、今後の課題である。さらに、この形状のモデルにおける適用範囲は、単一の市場の中に限られているが、今後は複数の市場の相互影響を考慮に入れた統計モデルを考案することも視野に入れつつ研究を続けることを考えている。

Box-Cox 変換を伴う多変量 ARMA モデルでは、現在のところ、定常時系列変数の枠組で構築されている。共和分の関係や和分プロセスが存在する場合の変数に関する統計的推測にモデルを拡張することは、非常に重要な課題である。特に、パラメータの漸近的な分布の導出は重要な問題である。今後は Davidson and Mackinnon の方法を拡張した推定プログラムを作成して、シミュレーションによる統計的性質を早急に調べると同時に、非定常な系列を推定する際のパラメータの漸近的な分布、特に変数に共和分の関係や和分プロセスが存在する場合の分布の導出と、その場合の推定プログラムの開発を進めていきたいと考えている。

論文審査結果の要旨

本論文では、非線形時系列モデルの統計的分析手法に関して、二種類の新たな手法を提案し、さらに非線形モデルを利用した実証分析についての研究結果をまとめている。論文は、不均衡計量分析に関する新しい分析手法を開発するとともに、その理論的基礎を考察している。実証分析としては、実際の日本のマクロ経済分析、とくに労働市場への非線形時系列モデルの適用とその統計的推測を扱っている。全体は4章から構成されている。序章で論文の概略を紹介した後、第2章では、非線形時系列モデルの統計的推測として、Lambert タイプの不均衡計量モデルを取り挙げている。Lambert タイプのモデルとは、不均衡分析の枠組みに属するマクロ的計量経済モデルで、市場におけるミスマッチを考慮に入れた計量モデルである。論文では、本来静学的である Lambert タイプのモデルを、時系列モデルに改良し、シミュレーションを用いた統計的推測を行う新しい方法を確立した。とくに、モデルの検定については、ミスマッチの度合いを示すモデルの係数に関して、シミュレーションによる検定手法を用いた検定を提案している。この統計手法を利用して、日本の製造業の雇用変動データに関して、Lambert タイプのモデルによる労働市場モデルにもとづいて、日本の製造業の雇用変動に関する実証分析を行っている。関数の特定化にまだ課題は残しているものの、検定の結果、雇用量の決定において、市場内のミスマッチによる影響の可能性を示唆する証拠を得ている。モデルのパラメータ推定と検定の計算には、東北大学大型計算機センターのコンピュータ SX-44/128H4を使用しているが、著者独自の FORTRAN 計算プログラムを開発していることが評価できる。第3章では、Box-Cox 変換を伴う多変量 ARMA モデルの次数決定問題とその統計的推測について議論している。すなわち、Box-Cox 変換を利用してモデルの攪乱項が正規分布に従うように変数を変換させ、ARMA モデルの次数及び母数をあわせて推定することで、非正規時系列にたいしても適用が可能となるよう ARMA 分析を拡張している。具体的には、Davidson-Mackinnon が提唱している非線形モデルの最尤法にもとづくパラメータ推定法と、Hannan-Rissanen や Hannan-Kavalieris の次数推定法を組み合わせ、多変量の非線形時系列モデルの次数推定問題とパラメータ推定問題を解く方法を提案し、そのためのコンピュータアルゴリズムを提案している。最後に第4章では、今後に残されている課題、展望について言及している。

Lambert タイプの市場のミスマッチを考慮した非線形モデルの推定では、推定パラメータの数が多い場合には計算の収束に問題が生じる。また推定モデルにおいて、賃金の先決性を仮定している等、特定化に問題が残されている。検定においては、パラメータの漸近的分布が導出されておらず、シミュレーション検定の妥当性を理論的に裏付けることを今後の課題としている。また、Box-Cox 変換を伴う多変量 ARMA モデルについて、本論文は定常時系列の場合のみ扱っているが、共和分の関係や和分プロセスが存在するモデルの場合に、本論文の統計的推測法を拡張することは、計量経済学の応用において、重要な課題である。今後はシミュレーションによる統計的性質調査と同時に、非定常な系列を推定する際のパラメータの漸近的な分布、特に変数に共和分の関係や和分プロセスが存在する場合の分布の導出と、その場合に有効な推定、検定プログラムの開発を

進める必要がある。

このような課題が残るものの、本論文において、著者が提案している非線形時系列の統計的推測法と、そのためのコンピュータプログラミングは、著者がこの分野で、今後十分に研究成果を上げる力量をもっていることを示すものであると判断できる。

よって、本論文は、博士（経済学）論文として合格と判定する。